

УДК 614.841.3

**АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ
НА ПРОЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА ДЕРЕВЯННЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FIRE-RETARDANT COATING
ON STRENGTH PROPERTIES OF WOODEN BUILDING
CONSTRUCTIONS**

Соловьева М.Е., Хафизов Ф.Ш.,
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г.Уфа, Российская Федерация

M.E. Solovyova, F.Sh. Khafizov,
FSBEI NPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
Ufa, the Russian Federation
e-mail: M.Solovyova@yandex.ru

Аннотация. Российский и международный опыт эксплуатации зданий и сооружений разного функционального назначения, а также результаты исследований по проблемам безопасности показывают, что эксплуатирующие организации, обслуживающий персонал и надзорные органы должны своей первоочередной задачей считать обеспечение соблюдения на объектах строительства требований пожарной безопасности.

Действующие на сегодняшний день нормы пожарной безопасности классифицируют материалы строительных конструкций только по пожарной опасности, поэтому большинство современных огнезащитных материалов для деревянных строительных конструкций предназначено для снижения пожарной опасности за счет ограничения распространения пламени по их поверхности при пожаре. Однако, одним из критериев

пожарно-технической классификации строительных конструкций является степень их огнестойкости. При этом существующие нормы и стандарты пожарной безопасности характеризуют этим параметром только металлические и железобетонные конструкции, что существенно ограничивает применение деревянных конструкций в качестве несущих. Следовательно, целесообразной является разработка огнезащитного состава, позволяющего повысить предел огнестойкости деревянных строительных конструкций при пожаре.

На основе анализа существующих средств и методов огнезащиты элементов деревянных строительных конструкций авторами статьи было подобрано наиболее оптимальное соотношение компонентов вспучивающегося огнезащитного покрытия для деревянных строительных конструкций, нанесение которого в условиях строительной площадки является наиболее перспективным и эффективным методом огнезащиты древесных материалов.

В статье рассматривается влияние разработанного огнезащитного покрытия на прочностные качества деревянных строительных конструкций. Приведены результаты и методы проведенных испытаний по определению предела прочности при растяжении деревянных строительных конструкций после огневого воздействия. Разработанный огнезащитный состав краски позволяет предотвратить снижение предела прочности деревянных строительных конструкций при пожаре и, следовательно, сохранить их несущую способность. Таких результатов удалось добиться благодаря образованию под действием высоких температур на поверхности огнезащищенных образцов пористого коксового каркаса, который способствует улучшению теплофизических свойств покрытия как теплоизоляционного материала и увеличивает время дегидратации компонентов в составе огнезащитной краски и самой древесины.

Разработанный огнезащитный состав краски внедрен для производства работ по огнезащите деревянных конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного строительства Республики Башкортостан.

Abstract. Russian and international experience in operation of buildings and facilities of different functional purpose, as well as the results of safety research show that operating companies, maintenance staff and supervisors should make ensuring the observance of fire safety requirements at construction sites a priority.

The current fire codes classify building materials only in terms of fire hazard, so most of the modern fire-resistant materials for wooden building constructions are designed for reduction of fire hazard by limiting flame spread in case of fire. However, one of the criteria for fire-engineering classification of building constructions is their fire resistance degree. At the same time, the existing fire safety codes and standards apply this parameter for characterizing metal and reinforced concrete constructions only, which significantly limits the use of wooden constructions as load bearing ones. Therefore, it is appropriate to develop a flame retardant, which helps to raise the fire resistance of wooden building constructions in case of fire.

Based on the analysis of the existing tools and methods for fire protection of wooden building construction elements, the authors chose the optimal ratio of intumescent coating components for wooden construction structures, application of which in conditions of a construction site is the most promising and effective method of wood material fire protection.

The article considers the impact of the fire-retardant coating developed on strength properties of wooden building constructions. The results and methods of the tests conducted for determination of tensile strength of wooden structures after fire exposure are given. The developed fire-retarding composition of the paint helps to prevent decrease of tensile strength of wooden structures in case of fire, and, therefore, to keep their load bearing capacity. These results were

achieved due to formation of porous coke framework at high temperatures on the surface of fireproofed samples, which helps to improve thermal-physical properties of the coating as a heat insulating material and increases dehydration period of the components in fire retardant paint and in the wood itself.

The developed fire-retarding composition of the paint is harmful for execution of work on fire protection of wood structures of buildings and facilities of civil and industrial construction of the Republic of Bashkortostan.

Ключевые слова: пожарная безопасность, огнезащита, деревянные строительные конструкции, огнезащитная вспучивающаяся краска, предел прочности, несущая способность, «стандартный» пожар, разрывная машина.

Key words: fire safety, fire protection, wooden constructions, intumescent fire-retardant paint, tensile strength, load-bearing capacity, the «standard» fire, tensile machine.

Пожары в России всегда были и до сих пор остаются одним из самых тяжелых народных бедствий. Аварии на нефтегазодобывающих, химических, перерабатывающих предприятиях, атомных электростанциях и др., сопровождающиеся сильными пожарами и взрывами, могут привести к тяжелым социальным и экономическим потерям. Следствием крупных пожаров являются разрушения производственных и жилых зданий, повреждения техники и оборудования, гибель людей [1].

По масштабам использования при строительстве как гражданских объектов, так и объектов нефтегазовой отрасли, ведущее место занимает древесина. Ее широкое применение обусловлено рядом известных положительных свойств: высокая прочность, небольшая плотность, малая теплопроводность, экологичность, лёгкость, дешевизна, кроме того древесина отлично поддается любым способам механической обработки. Однако наряду с достоинствами, выгодно отличающими древесину от

других строительных материалов, она обладает и недостатками, главными из которых являются легкая воспламеняемость и горючесть. Другими словами, древесина является пожароопасным материалом, что ограничивает возможности ее использования для строительства несущих элементов зданий [2].

Огнезащита конструкций является составной частью общей системы мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений и направлена на снижение пожарной опасности конструкций. Основные задачи огнезащиты включают в себя:

- предупреждение возгорания;
- прекращение развития пожара на начальной стадии;
- создание "пассивной" локализации пожара;
- ослабление опасных факторов пожара;
- расширение возможности применения новых прогрессивных проектных решений [3].

Анализ существующих способов огнезащиты показал, что на сегодняшний день наиболее привлекательно применение лакокрасочных покрытий вспучивающегося типа. При относительно небольшой толщине они проявляют высокую эффективность огнезащиты и позволяют использовать современные механизированные способы нанесения на защищаемый объект.

Многие способы огнезащиты (обетонирование, обкладка кирпичом, создание экранов) являются трудоемкими и применение их для огнезащиты деревянных конструкций в виду сложности конфигурации последних невозможно, в отличие от покрытий в виде композиционных составов, красок.

При местном воздействии кратковременного источника зажигания огнезащитные вспучивающиеся краски затрудняют горение деревянных конструкций, облегчают тушение пожара, а в ряде случаев исключают возможность его возникновения [4].

На основе анализа существующих средств и методов огнезащиты элементов деревянных строительных конструкций авторами настоящей статьи было подобрано наиболее оптимальное соотношение компонентов вспучивающегося огнезащитного покрытия, нанесение которого в условиях строительной площадки позволяет предотвратить снижение предела прочности деревянных строительных конструкций при пожаре и, следовательно, сохранить их несущую способность.

Для изучения поведения деревянных образцов, покрытых огнезащитным составом, в испытательных печах должен быть создан стандартный температурный режим, характеризуемый следующей зависимостью [5, 6]:

$$T - T_0 = 345 \lg(8t + 1), \text{ } ^\circ \text{C}, \quad (1)$$

где T - температура в печи, соответствующая времени t , $^\circ \text{C}$;

T_0 - температура в печи до начала теплового воздействия (принимается равной температуре окружающей среды), $^\circ \text{C}$;

t - время, исчисляемое от начала испытания, мин

Согласно требованиям Технического регламента [6], дислокация подразделений пожарной охраны на территориях поселений и городских округов должна определяться так, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 минут, а в сельских поселениях – 20 минут.

Следовательно, разработанная огнезащитная краска должна обеспечивать сохранение несущей способности деревянной строительной конструкции в условиях пожара до приезда первого пожарного подразделения за счет увеличения времени до воспламенения (начала обугливания) древесины.

После того, как огнезащищенные деревянные образцы были выдержаны в условиях реального пожара, они были испытаны на определение предела прочности.

Сущность метода определения предела прочности при растяжении [7] основана на определении максимальной нагрузки, разрушающей образец при растяжении.

Форма и размеры образцов должны соответствовать рисунку 1 и таблице 1.

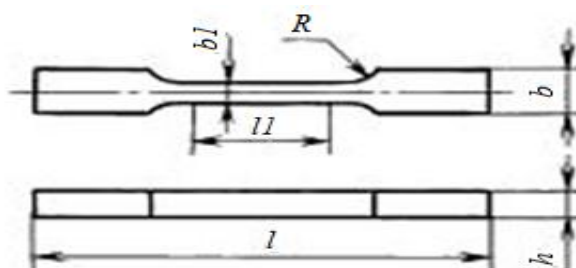


Рисунок 1. Форма образцов для определения предела прочности при растяжении

Таблица 1. Размеры образцов для определения предела прочности при растяжении

Ширина образца, мм	Ширина рабочей части образца, мм	Длина образца, мм	Длина рабочей части образца, мм	Радиус закругления	Толщина образца, мм
50	20	400	70	350	20

Предел прочности при растяжении (σ_p) в МПа для каждого образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_p = \frac{P_{max}}{h \cdot b_1}, \quad (2)$$

где P_{max} - максимальная нагрузка, Н;

b_1 - ширина рабочей части образца, мм;

h - толщина рабочей части образца, мм.

Испытания проводились на трех видах образцов:

- образцы без покрытия (в исходном состоянии);
- огнезащищенные образцы, подверженные огневому воздействию;
- неогнезащищенные образцы, подверженных огневому воздействию.

Для этого часть деревянных неогнезащищенных образцов и образцов, покрытых огнезащитным составом, были выдержаны в печном устройстве в условиях «стандартного» пожара до момента возникновения пламенного горения на 4-ой и 32-ой минуте эксперимента соответственно.

На рисунке 2 представлен деревянный образец, установленный в захват разрывной машины для определения предела прочности строительных конструкций.



Рисунок 2. Деревянный образец, установленный в захват разрывной машины для определения предела прочности

Результаты испытаний и расчетов по определению предела прочности представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты экспериментального определения предела прочности деревянных образцов

Вид образца	Разрушающая нагрузка P_{\max} , Н	Предел прочности σ_p , МПа
Исходный (неогнезащищенный) образец	27629	3,45
Огнезащищенный образец после теплового воздействия, $\tau_0=32$ мин	27322	3,42
Неогнезащищенный образец после теплового воздействия, $\tau_0=4$ мин	19874	2,48

Примечание: τ_0 – продолжительность теплового воздействия на образец, соответствующая времени от его начала до возникновения пламенного горения.

На рисунках 3, 4, 5 представлены диаграммы определения предела прочности деревянных образцов.

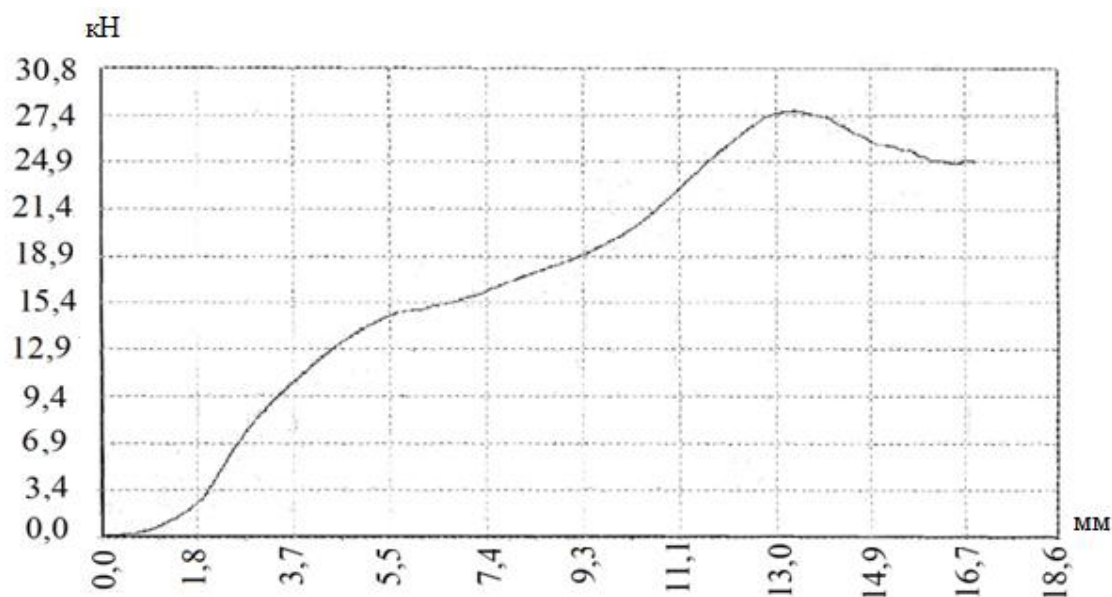


Рисунок 3. Диаграмма определения предела прочности при растяжении исходного деревянного незащищенного образца

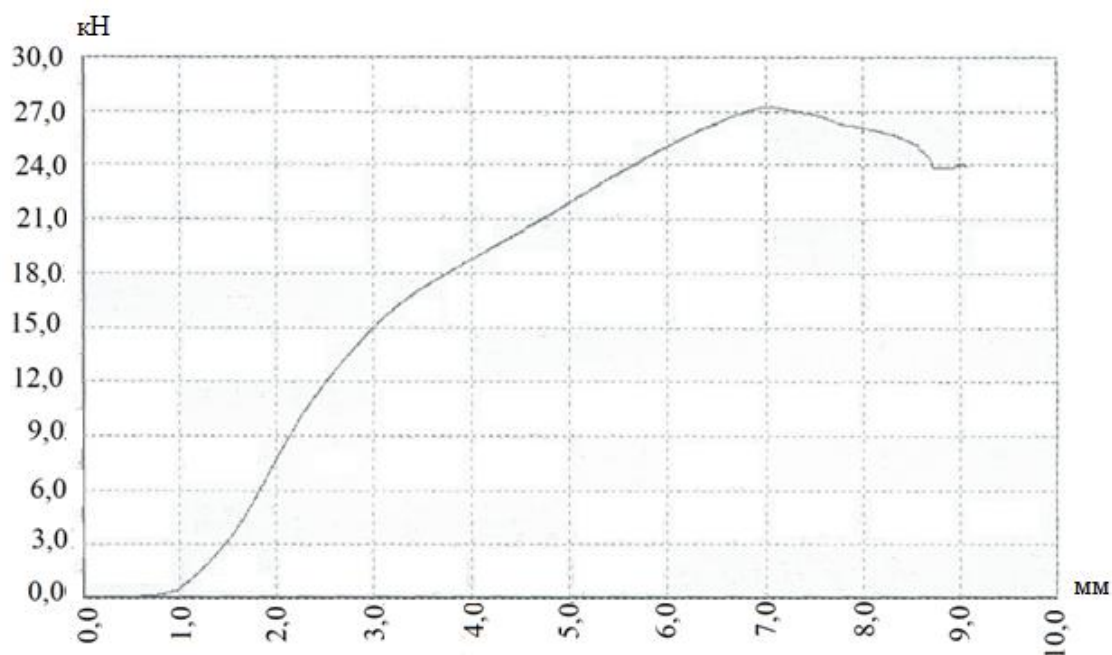


Рисунок 4. Диаграмма определения предела прочности при растяжении огнезащищенного деревянного образца после теплового воздействия

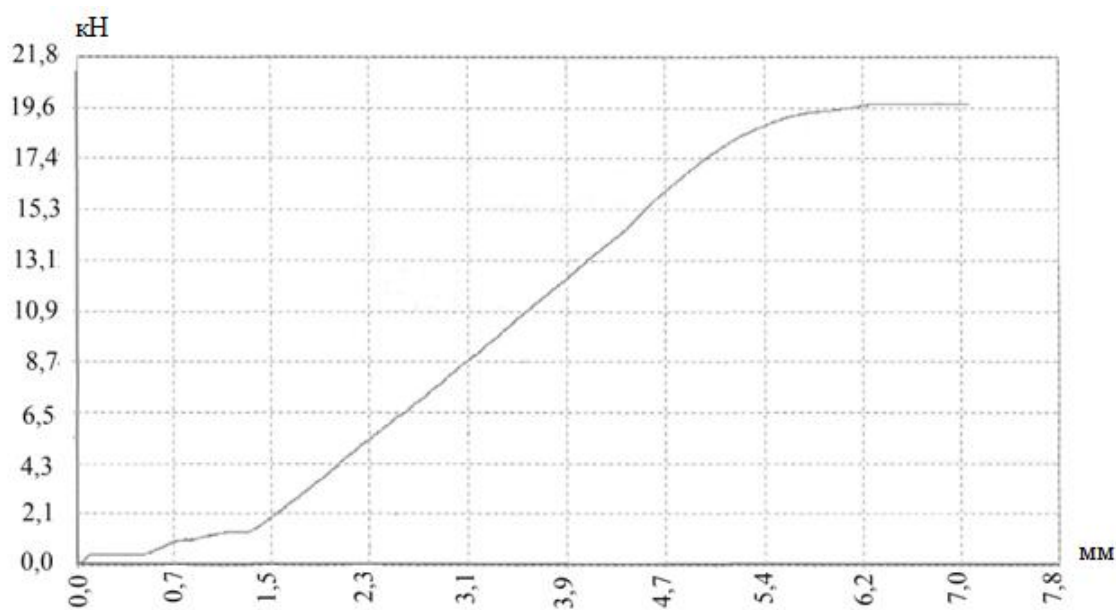


Рисунок 5. Диаграмма определения предела прочности при растяжении незащищенного деревянного образца после теплового воздействия

Выводы

1. На основе анализа существующих средств и методов огнезащиты элементов деревянных строительных конструкций было подобрано наиболее оптимальное соотношение компонентов вспучивающегося огнезащитного покрытия для деревянных строительных конструкций, нанесение которого в условиях строительной площадки является наиболее перспективным и эффективным методом огнезащиты древесных материалов.

2. Разработанный огнезащитный состав краски позволяет предотвратить снижение предела прочности деревянных строительных конструкций при пожаре и, следовательно, сохранить их несущую способность. Таких результатов удалось добиться благодаря образованию под действием высоких температур на поверхности огнезащищенных образцов пористого коксового каркаса, который способствует улучшению теплофизических свойств покрытия как теплоизоляционного материала и увеличивает время дегидратации компонентов в составе огнезащитной краски и самой древесины.

3. Разработанный огнезащитный состав краски внедрен для производства работ по огнезащите деревянных конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного строительства Республики Башкортостан.

Список используемых источников

1 Горение древесины и ее пожароопасные свойства. Монография/ Асеева Р.М. и др. М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 262 с.

2 Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре / Демехин В.Н. и др. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 656 с.

3 Романенков И.Г. Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1991. 320 с.

4 Хасанов Р.Ш., Хуснутдинов Р.Ф. Обеспечение долговечности деревянных конструкций и изделий: учеб. пособие. Уфа: Монография, 2005. 232 с.

5 ГОСТ 30247.0 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. 11 с.

6 ГОСТ 30247.1 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1995. 11 с.

7 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ// Российская газета. 2008. № 163. С. 18-24.

8 ГОСТ 9622-87 Древесина строительная клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при растяжении. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1987. 5 с.

References

1 Gorenje drevesiny i ee požaroopasnye svoistva./ Aseeva R.M. i dr Monografiya. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2010. 262 s. [in Russian].

2 Zdaniya, sooruzheniya i ih ustoichivost' pri požhare / Demehin V.N. i dr. M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2003. 656 s. [in russian].

3 Romanenkov I.G. Levites F.A. Ognezashita stroitel'nyh konstrukcii. M.: Stroiiizdat, 1991. 320 s. [in Russian].

4 Hasanov R.Sh., Husnutdinov R.F. Obespechenie dolgovechnosti derevyannyh konstrukcii i izdelii: Uchebnoe posobie. Ufa: Monografiya, 2005. 232 s. [in Russian].

5 GOST 30247.0 Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniya na ognestoikost'. Obshie trebovaniya. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1996. 11 s. [in Russian].

6 GOST 30247.1 Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniy na ognestoikost'. Nesushie i ograzhdayushie konstrukcii. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1995. 11 s. [in Russian].

7 Federal'nyi zakon Rossiiskoi Federacii ot 22 iyulya 2008 g. 123-FZ «Tehnicheskii reglament o trebovaniyah pozharnoi bezopasnosti» // Rossiiskaya gazeta, 2008. 163. S. 18-24. [in Russian].

8 GOST 9622-87 Drevesina stroitel'naya kleenaya. Metody opredeleniya predela prochnosti i modulya uprugosti pri rastyazhenii. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1987. 5 s. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Соловьева М.Е., аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

M.E. Solovyova, Postgraduate student of the Chair “Fire and Industrial Safety”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: M.Solovyova@yandex.ru

Хафизов Ф.Ш., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

F.Sh. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Chair “Fire and Industrial Safety”, FSBEI HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation